

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Delignifikasi

Sebelum melakukan proses delignifikasi, bahan dasar dikeringkan menggunakan sinar matahari. Pengeringan ini dilakukan agar bahan dasar lebih tahan lama dan tidak cepat rusak akibat reaksi-reaksi kimia dan aktivitas mikroba. Setelah kering terlebih dahulu dilakukan tahapan pengecilan ukuran dengan cara diblender.

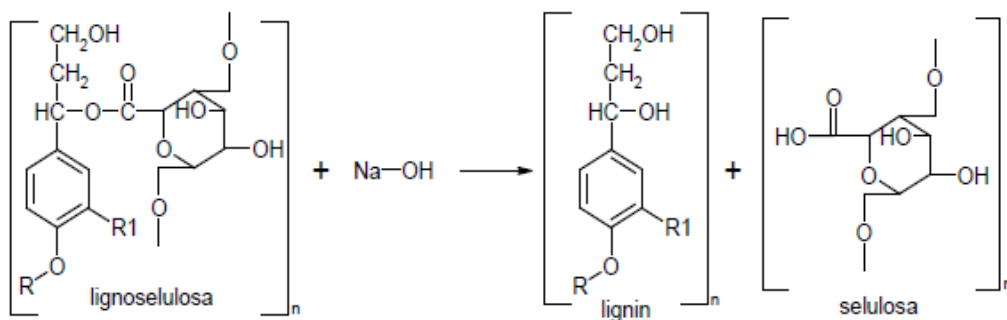
Setelah proses delignifikasi dilakukan dapat dilihat adanya perbedaan berat sampel sebelum dan setelah delignifikasi. Sebelum didelignifikasi berat sabut kelapa 200 gram dan setelah dikeringkan diperoleh berat sampel  $130,375 \pm 6,18$ . Selain itu hasil pengamatan secara visual pada proses delignifikasi sampel terjadi perubahan warna dan struktur lebih lunak.



**Gambar 2.** (a) Sampel sebelum delignifikasi (b) Sampel setelah delignifikasi

Dalam penelitian ini delignifikasi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH karena larutan ini dapat merusak struktur lignin pada bagian kristalin dan amorf serta memisahkan sebagian hemiselulosa. Julfana Rika

(2012) mengatakan bahwa Ekstraksi hemiselulosa dapat menggunakan pelarut seperti NaOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$  dan KOH. Di antara ketiga pelarut tersebut yang paling baik digunakan adalah NaOH. Hemiselulosa memiliki struktur amorf sehingga penggunaan NaOH dapat menghilangkan lignin sekaligus mengekstraksi hemiselulosa. Dalam penelitian Safaria (2013) larutan NaOH dapat menyerang dan merusak struktur lignin pada bagian kristalin dan amorf serta memisahkan sebagian hemiselulosa .



**Gambar 3.** Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa menggunakan NaOH

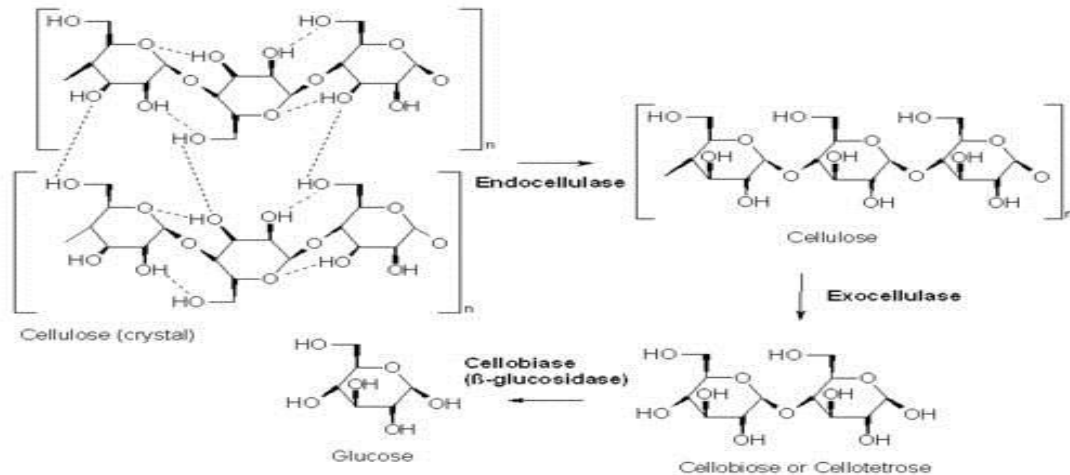
Ion  $\text{OH}^-$  dari NaOH akan memutuskan ikatan-ikatan dari struktur dasar lignin sedangkan ion  $\text{Na}^+$  akan berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat. Garam fenolat ini bersifat mudah larut. Lignin yang terlarut ditandai dengan warna hitam pada larutan yang disebut lindi hitam (*black liquor*). Setelah proses perendaman, sampel disaring untuk membuang lignin yang terlarut dalam larutan tersebut kemudian sampel ini dicuci menggunakan air untuk membersihkan larutan yang masih menempel pada sampel. Sampel yang sudah dicuci ini dikeringkan untuk mengurangi kadar air yang terdapat dalam sampel. Hasil yang diperoleh yaitu berkurangnya berat sampel dan terjadinya perubahan fisik serta berubahnya warna serabut kelapa. Hal ini dapat diduga bahwa kandungan lignin yang terdapat pada serabut kelapa telah

hilang dan lepas sehingga didapatkan sampel selulosa yang akan digunakan untuk proses sakarifikasi dan fermentasi.

#### 4. 2 Produksi Bioetanol dengan Sakarifikasi dan Fermentasi

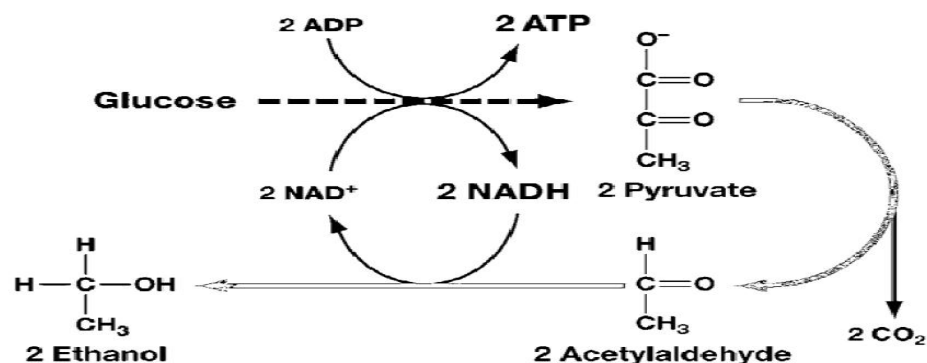
Konversi bioetanol dari selulosa serabut kelapa pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu: sakarifikasi, fermentasi serta destilasi. Selulosa yang didapatkan selanjutnya harus disakarifikasi terlebih dahulu untuk menghasilkan monosakarida yang selanjutnya dikonversi menjadi etanol. Salah satu metode untuk konversi karbohidrat menjadi etanol yaitu sakarifikasi dan fermentasi simultan. Kelebihan metode ini ialah dapat meningkatkan kecepatan hidrolisis dengan konversi gula, mengurangi kebutuhan enzim, meningkatkan rendemen produk, dapat mengurangi kebutuhan sterilisasi karena glukosa langsung dikonversi menjadi etanol, serta waktu proses lebih pendek (Hermiarti, 2010).

Dalam penelitian ini sakarifikasi serabut kelapa menggunakan jamur *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* dengan perbandingan 10%:5% (b/b). *Trichoderma reesei* menghasilkan endoglukanase dan eksoglukanase sampai 80% tetapi  $\beta$ -glukosidasenya lebih rendah sehingga produk utama hidrolisisnya bukan glukosa melainkan selobiosa. *Aspergillus niger* menghasilkan  $\beta$ -glukosidase tinggi akan tetapi endo- $\beta$ -1, 4-glukanase dan ekso- $\beta$ -1,4 glukanasenya rendah sehingga produk utamanya glukosa. Oleh karena itu, untuk mempercepat konversi selulosa menjadi glukosa yaitu dengan cara mengkombinasikan enzim selulase dari *T.reesei* dan *A.niger* dengan perbandingan 2:1. Penelitian Safaria (2013) menyebutkan bahwa kadar glukosa hasil hidrolisis serabut kelapa maksimal dicapai pada perbandingan antara *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* yaitu pada perbandingan 2:1. Reaksi sakarifikasi selulosa serabut kelapa menjadi glukosa seperti dibawah ini.



**Gambar 4.** Mekanisme hidrolisis selulosa secara enzimatik

Glukosa yang dihasilkan dari hidrolisis serabut kelapa oleh jamur *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* ini, akan langsung diubah menjadi etanol dengan *Saccharomyces cerevisiae*. Akan tetapi glukosa terlebih dahulu menjadi piruvat melalui 10 tahapan glikolisis. Piruvat dengan bantuan enzim piruvat dekarboksilase melepaskan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) menghasilkan asetaldehid. Asetaldehid dengan alkohol dehidrogenase diubah menjadi etanol.



**Gambar 5.** Mekanisme Fermentasi etanol

Pada fermentasi ini pH awal yang digunakan yaitu pada 5 dan pada suhu kamar berkisar  $27^{\circ}\text{C}$ . Diharapkan dengan kondisi fermentasi ini kadar etanol yang diperoleh tinggi. Hal ini karena keadaan lingkungan optimal untuk fermentasi oleh *Sacharomyces cereviseae* adalah pada suhu  $25\text{-}30^{\circ}\text{C}$  dengan pH 4-5.

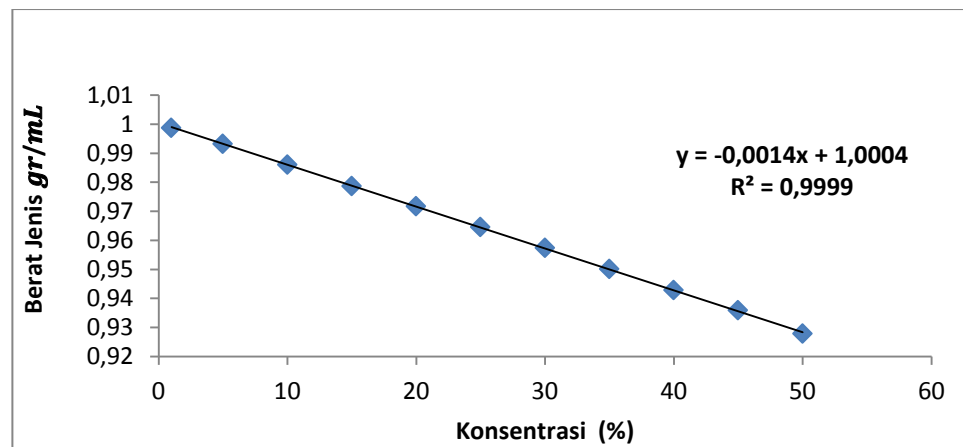
Pengamatan pada hasil fermentasi adalah sampel memiliki aroma seperti tape dan sedikit gelembung udara pada sampel. Aroma tape ditimbulkan oleh senyawa hasil fermentasi, sedangkan gelembung udara merupakan hasil samping berupa karbondioksida. Hasil fermentasi yang didapatkan disaring guna memisahkan larutan hasil fermentasi dari sampel. Hasil larutan fermentasi kemudian didestilasi hingga didapatkan campuran antara air dan etanol. Pada saat proses destilasi, peneliti mengalirkan air es pada kondensor menggunakan alat tambahan berupa pompa air yang biasa digunakan di akuarium. Selain itu, peneliti juga menggunakan penampung destilat yang dierndam dalam air es. Hal ini dimaksudkan untuk mempercepat pengembunan uap etanol hasil destilasi dan mencegah destilat menguap kembali.

#### **4.3 Pengukuran Kadar Etanol Menggunakan Metode Berat Jenis**

Pengukuran kadar etanol menggunakan metode berat jenis dilakukan secara tidak langsung, yaitu melalui penimbangan berat larutan etanol dalam piknometer menggunakan timbangan analitis. Pengukuran berat dilakukan pada suhu kamar, yaitu  $\pm 28^{\circ}\text{C}$ . Pengukuran berat menggunakan neraca analitis dilakukan sebanyak 3 kali untuk masingmasing larutan standard dan 10 kali untuk larutan sampel. Sebelumdilakukan pengukuran berat jenis larutan etanol, terlebih dahulu diukur berat piknometer kosong dan berat piknometer berisi aquades yang akan digunakan sebagai pembanding. Pengukuran

berat jenis yang pertama kali dilakukan adalah pengukuran berat jenis larutan standar etanol yang akan digunakan untuk membuat kurva standar etanol. Larutan standar etanol yang dibuat adalah 1%, 5%, 10%, 15 %, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45% dan 50%. Pemilihan kadar larutan standar ini didasarkan pada kemungkinan rentang keberadaan kadar etanol dalam larutan sampel. Pembuatan larutan standar dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengencerkan larutan etanol yang kadarnya sudah diketahui, yaitu 96% menggunakan aquadest. Pengenceran dilakukan dengan hati-hati sehingga larutan standar yang didapatkan sesuai dengan yang diharapkan.

Data kadar larutan standar etanol dan berat jenisnya dari hasil perhitungan dibuat dalam bentuk kurva standar etanol, disajikan pada gambar dibawah ini :



**Gambar 6.** Kurva larutan standar etanol dengan berat jenisnya

Berdasarkan grafik di atas, diketahui bahwa kurva kadar vs berat jenis etanol membentuk kurva garis lurus dengan persamaan  $y = -0,0014x + 1,0004$  dengan

koefisien korelasi *pearson* ( $r$ ) sebesar 0,9999. Harga  $r$  ini menunjukkan bahwa antara kadar dan berat jenis terdapat korelasi negati dan

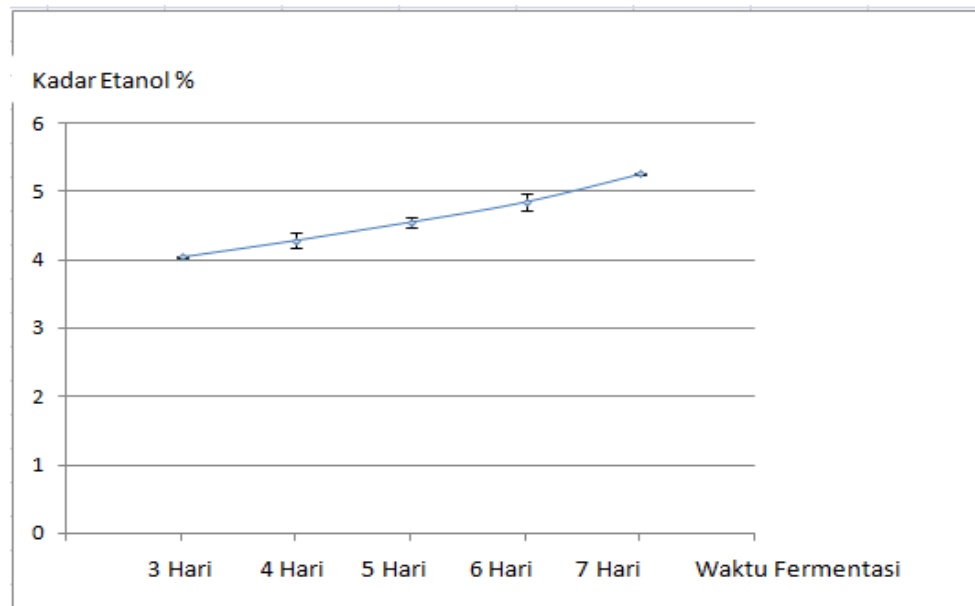
kuat (Hasan, 2001). Artinya, semakin besar kadar etanol dalam larutan, maka berat jenis larutan akan semakin kecil. Demikian sebaliknya, semakin kecil kadar etanol dalam larutan, maka berat jenis larutan akan semakin besar. Hal ini karena berat jenis etanol lebih kecil daripada berat jenis aquades. Sehingga, semakin besar kadar etanol, yang berarti semakin banyak jumlah etanol di dalam larutan, maka berat jenis larutan akan semakin kecil.

Pengukuran kadar larutan sampel etanol menggunakan metode berat jenis dilakukan dengan prosedur yang sama dengan pengukuran pada larutan standar etanol. Pengukuran berat sampel menggunakan neraca analitik dilakukan sebanyak 3 sampel tiap perlakuan dan tiga kali penimbangan tiap sampel. Perulangan ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Kemudian dari berat jenis larutan sampel setiap perulangan penimbangan, dicari kadar etanol dalam larutan sampel dengan cara mengkalibrasi pada kurva standar menggunakan persamaan garis lurus dari kurva standar, yaitu  $y = -0,0014x + 1,0004$ .

#### **4. 4 Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol**

Pada penelitian ini akan dilihat pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Waktu yang digunakan yaitu 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari dan 7 hari hal ini didasarkan bahwa kerja optimum dari *Saccharomyces cerevisiae*. Apabila waktu fermentasi yang digunakan terlalu cepat *Saccharomyces cerevisiae* masih dalam tahap pertumbuhan dan apabila terlalu lama akan mati maka etanol yang dihasilkan tidak maksimal. *Saccharomyces cerevisiae* memiliki empat fase, yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian hal inilah yang menjadi acuan pemilihan rentang waktu tersebut.

Dari hasil penelitian dan pengukuran kadar etanol dengan variasi waktu fermentasi. Data kadar etanol dan waktu fermentasi juga dapat ditampilkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Gambar 7.



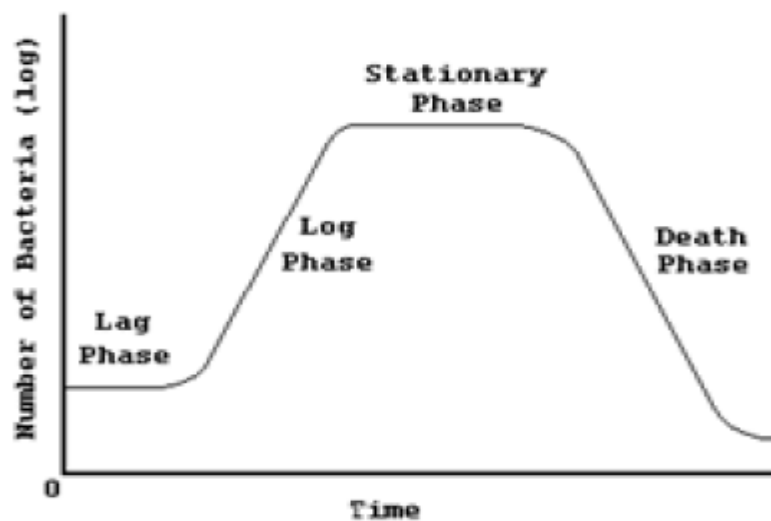
**Gambar 7.** Hubungan antara lama fermentasi dengan kadar etanol.

Berdasarkan Gambar 7 kadar etanol serabut kelapa menunjukkan kenaikan seiring dengan lamanya waktu fermentasi karena aktifitas mikroba mengalami pertumbuhan dengan berkembang biak sehingga etanol yang dihasilkan bertambah banyak. Pada fermentasi 3 hari diperoleh kadar etanol 4,01%, pada fermentasi 4 hari 4,28, pada fermentasi 5 hari diperoleh kadar sebesar 4,55 %, pada fermentasi 6 hari 4,84% dan pada fermentasi 7 hari hari kadar etanol yang diperoleh 5,25%. Hasil analisis larutan sampel diatas dengan parameter lama fermentasi diperoleh kadar etanol terendah pada fermentasi selama 3 hari yakni 4,01%, sedangkan pada fermentasi 7 hari kadar etanol tertinggi sebesar 5,25%. Berdasarkan uji Anova varian satu arah diperoleh F hitung lebih besar dari F tabel  $105,65 > 3,84$ . Hal ini menunjukkan



adanya perbedaan yang signifikan antara satu variabel dengan variabel lainnya. Sama halnya dalam penelitian Hasanah Hafidatul (2012) kadar etanol yang diperoleh terus meningkat dari waktu fermentasi 1-7 hari, dan setelah itu kadar etanol menurun.

Dalam penelitian ini, lama fermentasi berkaitan dengan pertumbuhan dari *Saccharomyces cerevisiae* itu sendiri. Seperti mikroorganisme yang lain, pertumbuhan dari *Saccharomyces cerevisiae* dapat digambarkan dengan kurva Pertumbuhan yang menunjukkan masing-masing fase pertumbuhan.



**Gambar 8.** Kurva pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*

*Saccharomyces cerevisiae* mengalami 4 fase pertumbuhan yang meliputi Fase adaptasi, fase tumbuh cepat, fase stasioner, dan fase kematian. Fase adaptasi digambarkan dengan garis kurva dari keadaan nol kemudian sedikit ada kenaikan. Di dalam fase ini *Saccharomyces cerevisiae* mengalami masa adaptasi dengan lingkungan dan belum ada pertumbuhan, sehingga *Saccharomyces cerevisiae* belum merombak glukosa menjadi etanol. Fase tumbuh cepat yang digambarkan dengan garis kurva yang mulai menunjukkan adanya peningkatan yang tajam. Pada fase ini *Saccharomyces cerevisiae*

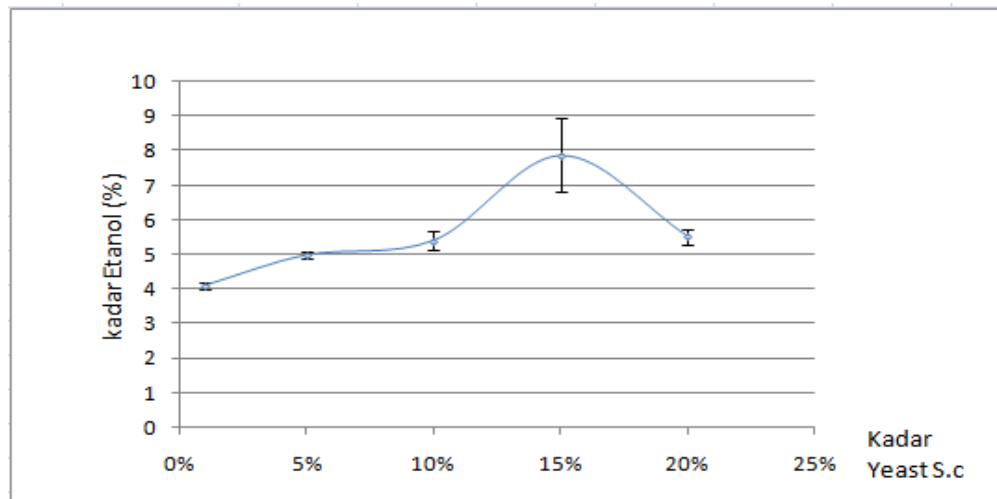
mengalami pertumbuhan yang sangat cepat. Di dalam fase ini terjadipemecahan glukosa secara besar-besaran. Hasil pemecahan gula oleh *Saccharomyces cerevisiae* dalam keadaan anaerob menghasilkan etanol. Kemungkinan dihasilkan etanol paling tinggi pada fase ini. Fase stasion[ ]O

'Oer digambarkan dengan garis kurva mendatar yang menunjukkan jumlah *Saccharomyces cerevisiae* yang hidup sebanding dengan jumlah yang mati. Fase kematian digambarkan dengan penurunan garis kurva. Pada fase ini jumlah *Saccharomyces cerevisiae* yang mati jumlahnya lebih banyak sampai akhirnya semua *Saccharomyces cerevisiae* mati (Azizah, 2012).

#### **4.5 Pengaruh Kadar *Saccharomyces Cerevisiae* Terhadap Kadar Etanol**

Setelah didapatkan waktu dengan kadar etanol yang paling tinggi selanjutnya digunakan untuk penentuan kadar etanol dengan parameter kadar yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Kadar yang digunakan yaitu 1%, 5%, 10%, 15%, dan 20% ( b/b). Kusumaningati (2013) menyebutkan bahwa konsentrasi inokulum pada produksi etanol berbahan lignoselulosa maksimum dicapai pada konsentrasi 15% (b/b) dan tidak memberikan perbedaan yang nyata pada rentang yang sempit 6-12%. Atas dasar inilah digunakan variasi kadar *Saccharomyces cerevisiae* seperti diatas.

Data kadar etanol dan kadar yeast *saccharomyces cerevisiae* hasil perhitungan dapat ditampilkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Hubungan antara kadar etanol dengan kadar S.c

Pada Gambar 9 terlihat bahwa kadar etanol yang terbentuk meningkat pada kadar *Saccharomyces cerevisiae* 1% sampai 15%. Pada 1% kadar etanol yang diperoleh 4,09%, dan kadar semakin meningkat pada konsentrasi 15 % yaitu 7,87% akan tetapi menurun lagi pada kadar *saccharomyces cerevisiae* 20% yaitu 5,51 %. Berdasarkan uji Anova varian satu arah diperoleh F hitung lebih besar dari F tabel  $21,52 > 3,84$ . Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara satu variabel dengan variabel lainnya.

Banyaknya *Saccharomyces cerevisiae* dalam proses fermentasi penelitian ini, mempengaruhi kadar etanol yang terbentuk. Peningkatan *Saccharomyces cerevisiae* mempercepat terjadinya fermentasi terutama bila substratnya berkadar tinggi. Aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* merombak glukosa menjadi etanol semakin banyak sehingga kadar etanol semakin meningkat. Akan tetapi penambahan *Saccharomyces cerevisiae* berlebihan akan mengakibatkan hilangnya kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* untuk hidup sehingga tingkat kematiannya semakin tinggi. Hal ini dikarenakan nutrisi yang tersedia tidak sebanding dengan banyaknya *Saccharomyces cerevisiae*, sehingga *Saccharomyces cerevisiae* menggunakan substrat yang tersedia digunakan untuk bertahan hidup dari pada merombaknya menjadi

etanol. Selain itu, dikarenakan ketersediaan nutrisi maupun substrat semakin berkurang bahkan telah habis, sehingga terjadi aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* merubah etanol menjadi asam-asam organik seperti asam asetat menggunakan enzim alkoholase. Akibat perombakan etanol menjadi asam asetat ini, terjadi penurunan kadar etanol yang terbentuk pada akhir fermentasi.

Produk dari proses fermentasi tidak hanya terdapat kandungan etanol. Azizah (2013) menjelaskan bahwa produk dari proses fermentasi selain etanol, ada produk samping yaitu karbondioksida. Selain etanol yang diperoleh dari hasil fermentasi ada juga asam asetat, fusel oil dan aetaldehida. Dari hasil fermentasi ini diukur pH karena diduga hasil fermentasi serabut kelapa tidak hanya etanol tetapi juga terkandung asam lemah seperti asam asetat.

#### 4.6 Pengukuran pH Sampel

Sampel hasil penelitian diduga mengandung asam, untuk membuktikanya diuji tingkat keasamannya menggunakan pH meter. Berikut data pH awal dan akhir fermentasi.

**Tabel 3.** pH Awal dan Akhir Fermentasi

No	Kadar <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	pH Awal	pH Akhir
1.	1%	5	3,39
2.	5 %	5	3,42
3.	10 %	5	3,43
4.	15 %	5	3,50
5.	20 %	5	3,41

Dari Tabel 3 hasil fermentasi yang terbentuk tidak hanya etanol tetapi juga asam-asam organik seperti asam asetat dan asam laktat sehingga pH akhir menjadi lebih rendah. Selain itu etanol yang terbentuk diduga

teroksidasi oleh oksigen diudara sehingga menurunkan kadar etanol karena dioksidasi menjadi asam asetat saat penyarinagan ataupun saat pemindahan sampel dari labu destlasi ke botol reagen atau teroksidasi pada saat penyimpanan sampel sebelum diukur kadarnya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan , dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh waktu terhadap produksi etanol dari serabut kelapa pada proses sakarifikasi dan fermentasi simultan 7 hari diperoleh kadar etanol tertinggi yaitu 5,25%.
2. Terdapat pengaruh kadar *Saccharomyces cerevisiae* terhadap produksi etanol dari serabut kelapa pada proses sakarifikasi dan fermentasi simultan, kadar etanol semakin meningkat dari kadar 1%- 15% yaitu kadar etanol tertinggi pada kadar *Saccharomyces cerevisiae* 15% yaitu 7,87% akan tetapi mengalami penurunan pada kadar *Saccharomyces cerevisiae* 20%.
3. Kadar optimum *Saccharomyces cerevisiae* terhadap produksi etanol dari serabut kelapa pada proses sakarifikasi dan fermentasi simultan yaitu 15% (b/b), kadar etanol yang terbentuk yaitu 7,87%.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan , maka dapat disarankan bahwa.

1. Penentuan waktu optimum dari proses sakarifikasi dan fermentasi ini perlu divariasikan waktu sampai terbentuk kondisi optimum etanol yang didapatkan untuk melihat pengaruh waktu yang optimal.
2. Berkaitan dengan proses fermentasi, sebaiknya dilakukan pembuatan starter *Saccharomyces cerevisiae* agar dapat berkembang biak dengan baik dan dapat maksimal mengubah glukosa menjadi etanol.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahamed dan Vermette.2008. *culture-based Strategies to Enhance Cellulase Enzyme Production from trichoderma reesei*RUT-C 30 inbioreactor culture condition. *Biochemical Engineeringjournal* 40: 399-407
- Agustriyanto, R., A. Fatmawati., M. Angelina., dan R. Monica 2012. *Study enzymatis Hydrolysis of Dilute Acid Pretreated Coconut Husk*. *Bulletin of chemical Reaction Engineering and catalysis*. 7(2) : 137-141
- Anonim. 2010. *Jamur*.[http://ajitheory.webs.com/kelas%/jamur%20\(fungi\).pdf](http://ajitheory.webs.com/kelas%/jamur%20(fungi).pdf) . [15 November 2013]
- Anonim. 2000. *Asam Asetat*. Laboraturium Mikrobiologi Industri.[www.lab.tekim.undip.ac.id/.../ASAM-ASETAT1.pdf](http://www.lab.tekim.undip.ac.id/.../ASAM-ASETAT1.pdf) [7 Februari 2014]
- Azizah N. 2012. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, Dan Produksi Gas Pada Proses Fermentasi Bioetanol Dari Whey Dengan Substitusi Kulit Nanas*. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*.1(2) : 72-77
- Elveri dan Purta. 2006. *Produksi Etanol Menggunakan Saccharomyces Cerevisiae Yang Diamobilisasi Dengan Agar Batang*. *Akta Kimindo*. 1 (2) : 105-114
- Fessenden and Fessenden. 1990. *Kimia Organik*. Erlangga: Jakarta
- Hasan. 2001. *Pokok-Pokok Materi Statistik 2*. Bumi Aksara : Jakarta
- Hasanah H. 2012. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Singkong*. *Alchemy*. 2 (1) : 69-79
- Hermiati, E., D. Manguwidjaja., T.C. Sunarti., O. Suparno., dan B. Prasetya. 2005. *Konversi bahan berlignoselulosa menjadi bioenergi etanol*. *Prosiding Seminar Nasional biomassa lignoselilusa*. 14-21
- Judomidjojo. 1992. *Teknologi fermentasi*. Jakarta. Rajawali pers
- Juhasz. 2003. *Production of beta Glucosidase in mixed culture of Aspergillus niger BKMf 1305 dan Trichoderma reesei RUT C30*, *Food technol. Biotechnol*. 41 (1) : 49-53

- Julfana R. 2012. *Hidrolisis Enzimatis Selulosa Dari Ampas Sagu Menggunakan Campuran Selulase Dari Trichoderma Reesei Dan Aspergillus Niger*. JKK. 2(1) : 52-57
- Kusminingarti. 2013. *Pengaruh Konsentrasi Inokulum Bakteri Zymomonas mobilis dan Lama Fermentasi Pada Produksi Etanol dari Sampah Sayur dan Buah Pasar Wonokromo Surabaya*. Jurnal Sains dan seni pomits. 2(2) : 218-223
- Muryanto. 2012. *Engkapsulasi Rhizopus Oryzae Dalam Kalsium Alginat Untuk Produksi Bioetanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Sengan Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak*. Jakarta : UI
- Mardoni. 2007. *Perbandingan Metode Kromatografi Gas dan Berat Jenis pada Penetapan Kadar Etanol dalam Minuman Anggur..* Fakultas Farmasi, Universitas Sanata Dharma : Yogyakarta
- Nurdyastuti. 2006. *Prospek Pengembangan Bio-fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak: Teknologi Proses Produksi Bio-Ethanol*. [http://xa.yimg.com/kq/groups/3468476/658705552/name/Bio\\_Ethanol.pdf](http://xa.yimg.com/kq/groups/3468476/658705552/name/Bio_Ethanol.pdf). [17 November 2013]
- Oxtoby. 2003. *Prinsip-Prinsip Kimia Modern*. Jakarta : Erlangga
- Pujaningsih. 2005. *Teknologi Fermentasi dan Peningkatan kualitas Pangan*. Semarang : Universitas Diponegoro
- Retno T. 2011. *Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Yogyakarta
- Safaria, S. 2013. *Efektivitas campuran enzim selulase dari Aspergillus niger dan Trichoderma reesei dalam menghidrolisis Substrat sabut kelapa*. ISSN: 2303-1077, 2(1) : 46-51
- Samsuri. 2007. *Pemanfaatan Selulosa Bagas untuk Produksi Etanol melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak dengan Enzim Xylanase*. Makara Teknologi. 11 (1) : 17-24
- Stevens, Malcolm. *Kimia Polimer*. Terjemahan Iis Sopyan. 2007. Jakarta : PT. Perca
- Surnanti E. 2004. *Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Pembuatan Minyak Kelapa..* [Skripsi]. UNIB: Bengkulu



- Surraya. 2008. *Konversi Pati Ganyong (Cannaedulis Ker.) Menjadi Bioetanol melalui Hidrolisis Asam dan Fermentasi*. BIODIVERSITAS ISSN: 1412-033X. 9(2): 112-116
- Ul-Haq. 2005. *Saccharifying Activity of Cellulases Produced by Co-culture of Aspergillus niger and Trichoderma viride*. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 1 (3): 241- 245
- Wildan A. 2010. *Study pemutihan serat kelapa sebagai reinforced fiber*. [http://undip.ac.id/25180/1/achmad\\_wildan.pdf](http://undip.ac.id/25180/1/achmad_wildan.pdf) [20 November 2013]
- Van, Dam. (2002). *Coir Processing Technologies: Improvement of Drying, aching and Dyeing Coir Fibre/Yarn and Printing Coir Floor Coverings*. FAO and CFC : Netherlands

### Lampiran 1 : Berat Sampel Setelah Delignifikasi

**Tabel : Berat Sampel Setelah Delignifikasi**

No	Perlakuan	Berat sebelum Delignifikasi (gram)	Berat setelah Delignifikasi ( gram)	Berat rata rata (gram)	Standar deviasi
1	Delignifikasi 1	200	130	130,375	130,375±6, 184
2	Delignifikasi 2	200	126		
3	Delignifikasi 3	200	135		
4	Delignifikasi 4	200	130		
5	Delignifikasi 5	200	130		
6	Delignifikasi 6	200	136		
7	Delignifikasi 7	200	137		
8	Delignifikasi 8	200	120		
9	Delignifikasi 9	200	134		
10	Delignifikasi 10	200	129		
11	Delignifikasi 11	200	120		
12	Delignifikasi 12	200	138		
13	Delignifikasi 13	200	132		
14	Delignifikasi 14	200	140		
15	Delignifikasi 15	200	123		
16	Delignifikasi 16	200	126		

## Lampiran 2 : Pembuatan Larutan Standar Etanol

### Pengukuran Berat Piknometer (25 mL)

No	Nama Yang Ditimbang	Berat Piknometer (gr)			Rata-Rata
		Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3	
1	Piknometer Kosong	16,2243	16,2245	16,2241	16,2243

### Pembuatan Larutan Standar Etanol (Volume Total 48 mL)

No	Larutan Standar Yang Akan Dibuat (%)	Volume Etanol 96% Yang Dibutuhkan (mL)	Volume Aquadest (mL)
1	1	0,5	47,5
2	5	2,5	45,5
3	10	5	43
4	15	7,5	40,5
5	20	10	38
6	25	12,5	35,5
7	30	15	33
8	35	17,5	30,5
9	40	20	28
10	45	22,5	25,5
11	50	25	23

### Pengukuran Berat Piknometer (25mL) Berisi Larutan Standar Etanol

No	Kadar Larutan Standar Yang Akan Dibuat (%)	Pengulangan (gram)			Rata-Rata
		1	2	3	
1	1	41,19370	41,19300	41,19320	41,19330
2	5	41,05552	41,05556	41,05557	41,05555
3	10	40,87456	40,87454	40,87455	40,87455
4	15	40,69207	40,69204	40,69204	40,69205
5	20	40,51670	40,51690	40,51680	40,51680
6	25	40,33905	40,33905	40,33905	40,33905
7	30	40,15880	40,15880	40,15880	40,15880
8	35	39,97803	39,97806	39,97806	39,97805
9	40	39,79455	39,79455	39,79455	39,79455
10	45	39,62058	39,62054	39,62053	39,62055
11	50	39,41990	39,41960	39,41990	39,41980

### Perhitungan Berat Jenis Larutan Standar Etanol

Rumus :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\rho = \frac{\text{BeratPiknometerBerisiLarutanStandarEtanol} - \text{BeratPiknometerKosong}}{25}$$

Keterangan :  $\rho$  : Berat Jenis Larutan Standar Etanol ( $\frac{g}{mL}$ )

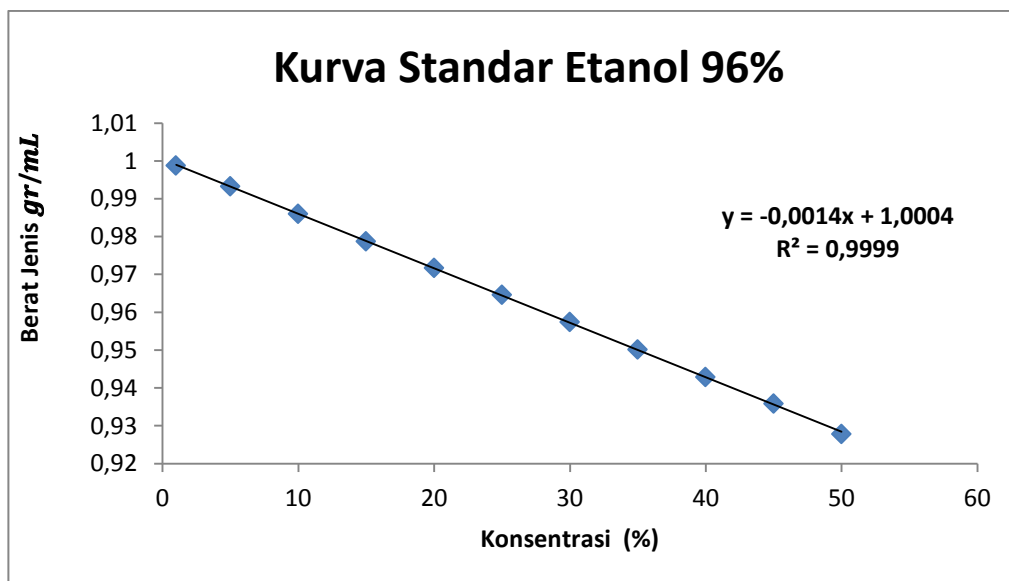
m : Massa (g)

v : Volume Piknometer (mL)

No	Kadar Larutan Standar (%)	Berat Piknometer Berisi Larutan Standar Etanol (g)	Berat Piknometer Kosong (g)	Berat Jenis Yang Dihasilkan ( $\frac{g}{mL}$ )
1	1	41,19330	16,2243	0,99876
2	5	41,05555	16,2243	0,99325
3	10	40,87455	16,2243	0,98601
4	15	40,69205	16,2243	0,97871
5	20	40,51680	16,2243	0,97170
6	25	40,33905	16,2243	0,96459
7	30	40,15880	16,2243	0,95738
8	35	39,97805	16,2243	0,95015
9	40	39,79455	16,2243	0,94281
10	45	39,62055	16,2243	0,93585
11	50	39,41980	16,2243	0,92782

**Tabel Dan Kurva Standar Yang Dihasilkan**

No	Kadar Etanol (%)	Berat Jenis
1	1	0,99876
2	5	0,99325
3	10	0,98601
4	15	0,97871
5	20	0,97170
6	25	0,96459
7	30	0,95738
8	35	0,95015
9	40	0,94281
10	45	0,93585
11	50	0,92782



### Lampiran 3 : Hasil Pengukuran Berat Sampel Dalam Piknometer Pengaruh Waktu

#### Hasil Pengukuran Berat Sampel Dalam Piknometer (25 mL) Pengaruh Waktu

No	Treatment	Berat Sampel + Piknometer kosong (g)			Rata-rata(g)
		Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3	
1	A ( 3 hari )	41,0943	41,0944	41,0942	41,0943
	A' ( 3 hari )	41,0939	41,0936	41,0942	41,0939
	A''(3 hari )	41,0941	41,0944	41,0938	41,0941
2	B ( 4 hari )	41,0871	41,0877	41,0864	41,0871
	B' (4 hari )	41,0800	41,0804	41,0808	41,0804
	B''(4 hari )	41,0850	41,0870	41,0860	41,0860
3	C ( 5 hari )	41,0731	41,0729	41,0733	41,0731
	C'(5 hari )	41,0729	41,0749	41,0739	41,0739
	C''(5 hari)	41,0795	41,0780	41,0765	41,0780
4	D (6 hari )	41,0651	41,0654	41,0648	41,0651
	D'( 6 hari )	41,0600	41,0620	41,0580	41,0600
	D''(6 hari )	41,0690	41,0690	41,0690	41,0690
5	E ( 7 hari )	41,0510	41,0522	41,0492	41,0510
	E' ( 7 hari )	41,0502	41,0502	41,0502	41,0502
	E'' ( 7 hari )	41,0500	41,0500	41,0500	41,0500

#### Perhitungan Berat Jenis Larutan Sampel Etanol Pengaruh Waktu

Rumus :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\rho = \frac{\text{Berat Piknometer Berisi Larutan Standar Etanol} - \text{Berat Piknometer Kosong}}{25}$$

Keterangan :  $\rho$  : Berat Jenis Larutan Standar Etanol ( $\frac{g}{mL}$ )

m : Massa (g)

v : Volume Piknometer (mL)

No	Treatment	Berat Rata-rata Piknometer Berisi Sampel (g)	Berat Piknometer Kosong (g)	Berat Jenis Yang Dihasilkan ( $\frac{g}{mL}$ )
1	A ( 3 hari )	41,0943	16,2243	0,99480
	A' ( 3 hari )	41,0939	16,2243	0,99477
	A''(3 hari )	41,0941	16,2243	0,99477
2	B ( 4 hari )	41,0871	16,2243	0,99451
	B' (4 hari )	41,0804	16,2243	0,99424
	B''(4 hari )	41,0860	16,2243	0,99446
3	C ( 5 hari )	41,0731	16,2243	0,99395
	C'(5 hari )	41,0739	16,2243	0,99398
	C''(5 hari)	41,0780	16,2243	0,99414
4	D (6 hari )	41,0651	16,2243	0,99363
	D'( 6 hari )	41,0600	16,2243	0,99342
	D''(6 hari )	41,0690	16,2243	0,99378
5	E ( 7 hari )	41,0510	16,2243	0,99306
	E' ( 7 hari )	41,0502	16,2243	0,99303
	E'' ( 7 hari )	41,0500	16,2243	0,99302

### Perhitungan Kadar Etanol Larutan Sampel Pengaruh Waktu

Persamaan Kurva Standar :

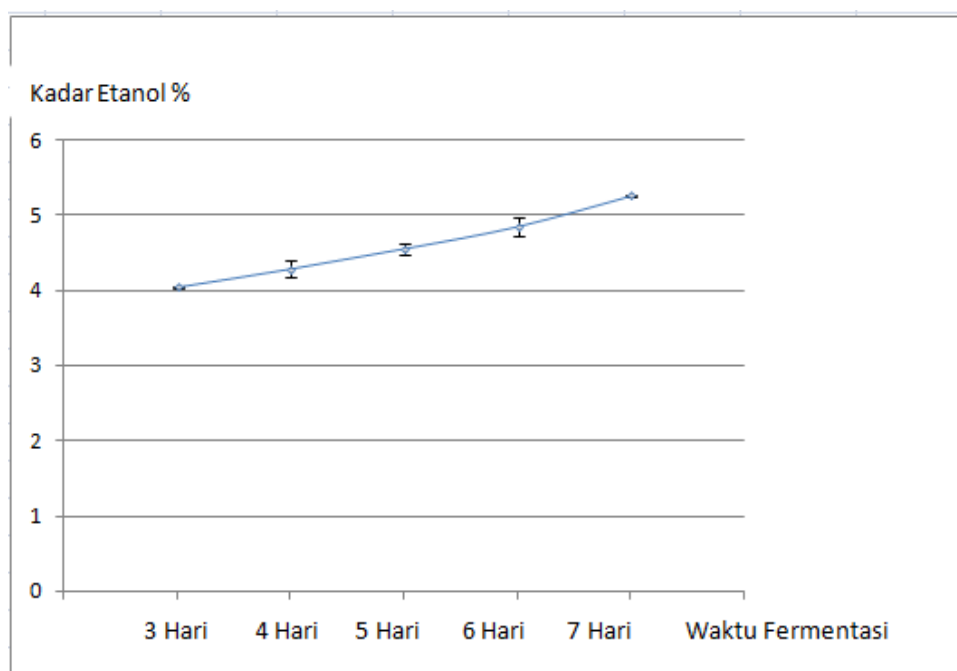
$$Y = -0,0014x + 1,0004$$

No	Treatment	Berat Jenis ( $\frac{g}{mL}$ )	Kadar Etanol (%)	Kadar Etanol Rata-rata (%)
1	A ( 3 hari )	0,99480	4,0	4,014
	A' ( 3 hari )	0,99477	4,021	
	A''(3 hari )	0,99477	4,021	
2	B ( 4 hari )	0,99451	4,207	4,285
	B' (4 hari )	0,99424	4,40	
	B''(4 hari )	0,99446	4,248	
3	C ( 5 hari )	0,99395	4,607	4,554
	C'(5 hari )	0,99398	4,585	
	C''(5 hari)	0,99414	4,471	
4	D (6 hari )	0,99363	4,835	4,849
	D'( 6 hari )	0,99342	4,985	
	D''(6 hari )	0,99378	4,725	
5	E ( 7 hari )	0,99306	5,242	5,259
	E' ( 7 hari )	0,99303	5,264	
	E'' ( 7 hari )	0,99302	5,271	

#### Lampiran 4 : Kurva Hubungan Antara Waktu SFS dan Kadar etanol

Tabel Kurva Hubungan Antara Waktu SFS dan Kadar etanol”

No	Treatment	Kadar Etanol
1	3 Hari	4,014
2	4 Hari	4,285
3	5 Hari	4,554
4	6 Hari	4,849
5	7 Hari	5,259





**Lampiran 5 : Hasil Pengukuran Berat Sampel Dalam Piknometer Pengaruh kadar *Saccharomyces cerevisiae***

**Hasil Pengukuran Berat Sampel Dalam Piknometer (25 mL) Pengaruh kadar Yeast *Saccharomyces cerevisiae***

No	Treatment	Berat Sampel + Piknometer kosong (Gram)			Rata-rata(gr)
		Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3	
1	A ( 1 % )	41,0876	41,0858	41,0854	41,08623
	A' ( 1 % )	41,0936	41,0926	41,0925	41,09296
	A'' ( 1 % )	41,0943	41,0939	41,0937	41,09396
2	B ( 5 % )	41,0671	41,0666	41,0665	41,06673
	B' ( 5 % )	41,0657	41,0655	41,0654	41,06553
	B'' ( 5 % )	41,0462	41,0463	41,0461	41,04620
3	C ( 10 % )	41,0510	41,0509	41,0508	41,05080
	C' ( 10 % )	41,0346	41,0345	41,0344	41,03450
	C'' ( 10 % )	41,0502	41,0500	41,0499	41,05000
4	D ( 15 % )	40,9816	40,9014	40,9013	40,92810
	D' ( 15 % )	41,0007	41,0006	41,0005	41,0006
	D'' ( 15 % )	40,9480	40,9478	40,9476	40,9478
5	E ( 20 % )	41,0355	41,0353	41,0352	41,03533
	E' ( 20 % )	41,0392	41,0384	41,0384	41,03866
	E'' ( 20 % )	41,0500	41,0499	41,0498	41,04990

**Perhitungan Berat Jenis Sampel Etanol Pengaruh kadar *Saccharomyces cerevisiae***

**Rumus :**

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\rho = \frac{\text{Berat Piknometer Berisi Larutan Standar Etanol} - \text{Berat Piknometer Kosong}}{25}$$

Keterangan :  $\rho$  : Berat Jenis Larutan Standar Etanol ( $\frac{g}{mL}$ )

m : Massa (g)

v : Volume Piknometer (mL)

No	Treatment	Berat Rata-rata Piknometer Berisi Sampel (g)	Berat Piknometer Kosong (g)	Berat Jenis Yang Dihasilkan ( $\frac{g}{mL}$ )
1	A ( 1 % )	41,08623	16,2243	0,99447
	A' ( 1 % )	41,09296	16,2243	0,99474
	A'' ( 1 % )	41,09396	16,2243	0,99478
2	B ( 5 % )	41,06673	16,2243	0,99369
	B' ( 5 % )	41,06553	16,2243	0,99364
	B'' ( 5 % )	41,04620	16,2243	0,99295
3	C ( 10 % )	41,05080	16,2243	0,99306
	C' ( 10 % )	41,03450	16,2243	0,99240
	C'' ( 10 % )	41,0500	16,2243	0,99302
4	D ( 15 % )	40,92810	16,2243	0,98815
	D' ( 15 % )	41,0006	16,2243	0,99105
	D'' ( 15 % )	40,9478	16,2243	0,98894
5	E ( 20 % )	41,03533	16,2243	0,99244
	E' ( 20 % )	41,03866	16,2243	0,99257
	E'' ( 20 % )	41,04990	16,2243	0,99302

**Perhitungan Kadar Etanol Larutan Sampel Pengaruh kadar *Saccharomyces cerevesiae***

**Persamaan Kurva Standar :**

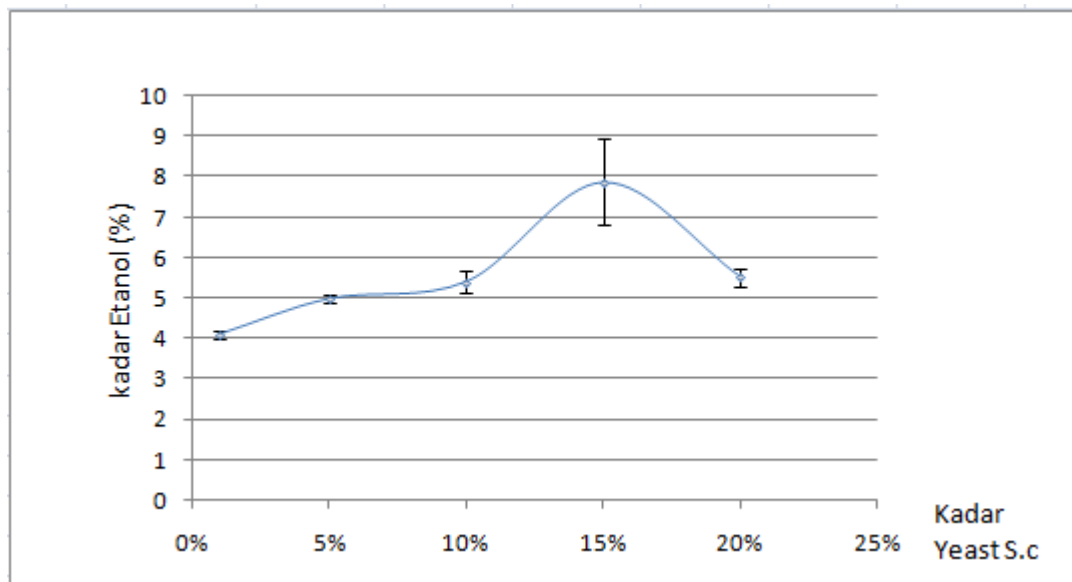
$$Y = -0,0014x + 1,0004$$

No	Treatment	Berat Jenis ( $\frac{gr}{mL}$ )	Kadar Etanol (%)	Kadar Etanol Rata-rata (%)
1	A ( 1 % )	0,99447	4,235	4,096
	A' ( 1 % )	0,99474	4,042	
	A'' ( 1 % )	0,99478	4,011	
2	B ( 5 % )	0,99369	4,787	4,976
	B' ( 5 % )	0,99364	4,822	
	B'' ( 5 % )	0,99295	5,320	
3	C ( 10 % )	0,99306	5,242	5,405
	C' ( 10 % )	0,99240	5,708	
	C'' ( 10 % )	0,99302	5,265	
4	D ( 15 % )	0,98815	8,748	7,87
	D' ( 15 % )	0,99105	6,677	
	D'' ( 15 % )	0,98894	8,185	
5	E ( 20 % )	0,99244	5,684	5,513
	E' ( 20 % )	0,99257	5,589	
	E'' ( 20 % )	0,99302	5,268	

**Lampiran 6 : Kurva Hubungan Antara Kadar *Saccharomyces cerevisiae* dan Kadar etanol**

**Tabel Kurva Hubungan Antara Kadar *Saccharomyces cerevisiae* dan Kadar etanol”**

No	Treatment	Kadar Etanol
1	1 %	4,096
2	5%	4,976
3	10 %	5,405
4	15 %	7,870
5	20 %	5,513



## Lampiran 7 : Standar Deviasi Perhitungan Kadar Etanol dan Koefisien Varian

**Tabel Standar Deviasi (SD) Perhitungan Kadar Etanol dan Koefisien Varian (KV)**

Rumus :

$$\text{Standar Deviasi : } SD = \frac{\sqrt{\sum x^2 - (\sum \frac{x}{n})^2}}{n-1}$$

$$\text{Koefisien Varian : } KV = \frac{\text{Standar Deviasi (SD)}}{\text{Rata-Rata Kadar Etanol}} \times 100 \%$$

### Pengaruh Waktu

No	Treatment (Perlakuan)	Kadar Etanol (%)	Rata-Rata Kadar Etanol (%)	Standar Deviasi	Koefisien Varian (%)
1	A ( 3 hari )	4,0	4,014	4,014±0,012124	0,3
	A' ( 3 hari )	4,021			
	A''(3 hari )	4,021			
2	B ( 4 hari )	4,207	4,285	4,285±0,101681	2,3
	B' (4 hari )	4,40			
	B''(4 hari )	4,248			
3	C ( 5 hari )	4,607	4,554	4,554±0,073002	1,6
	C'(5 hari )	4,585			
	C''(5 hari)	4,471			
4	D ( 6 hari )	4,835	4,849	4,849±0,130512	2,6
	D'( 6 hari )	4,985			
	D''(6 hari )	4,725			
5	E ( 7 hari )	5,242	5,259	5,259±0,015133	0,2
	E' ( 7 hari )	5,264			
	E'' ( 7 hari )	5,271			

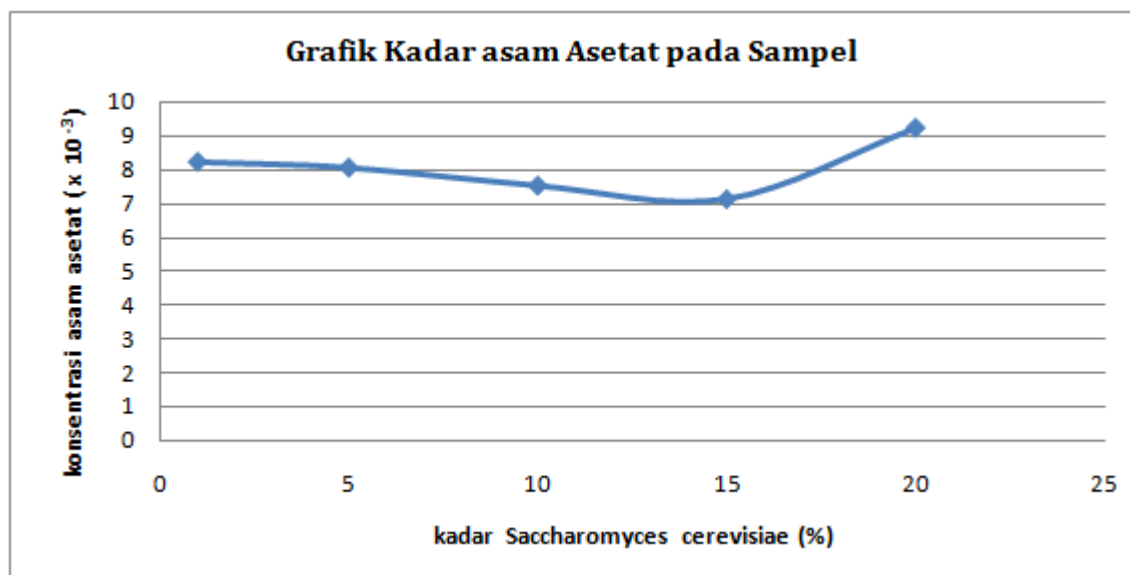
**Pengaruh kadar *saccharomyces cerevesiae***

No	Treatment (Perlakuan)	Kadar Etanol (%)	Rata-Rata Kadar Etanol (%)	Standar Deviasi	Koefesien Varian (%)
1	A ( 1 % )	4,235	4,096	4,096±0,121371	2,9
	A' ( 1 % )	4,042			
	A'' ( 1 % )	4,011			
2	B ( 5 % )	4,787	4,976	4,976±0,298138	1,2
	B' (5 % )	4,822			
	B''(5 % )	5,320			
3	C ( 10 % )	5,242	5,405	5,405±0,262658	4,8
	C'( 10 % )	5,708			
	C''10 %)	5,265			
4	D (15 % )	8,748	7,87	7,87±1,070831	13,5
	D'( 15 % )	6,677			
	D''(15 % )	8,185			
5	E ( 20 % )	5,684	5,513	5,513±0,217992	3,9
	E' ( 20 % )	5,589			
	E'' ( 20 % )	5,268			

### Lampiran 8 : pH Akhir Sampel Etanol ( pH awal 5 )

**Tabel pH Akhir Sampel Etanol ( pH awal 5 )**

No	Treatment	pH akhir
1	A ( 1 % )	3,38
	A' ( 1 % )	3,45
	A''( 1 % )	3,42
2	B ( 5 % )	3,45
	B' ( 5 % )	3,41
	B''( 5 % )	3,40
3	C ( 10 % )	3,44
	C' ( 10 % )	3,40
	C''( 10 % )	3,46
4	D ( 15 % )	3,45
	D' ( 15 % )	3,49
	D''( 15 % )	3,51
5	E ( 20 % )	3,40
	E' ( 20 % )	3,33
	E'' ( 20 % )	3,46



## Lampiran 9 : Uji Statistik Anova One Way

### Uji Statistik Anova One Way Pengaruh Waktu terhadap Kadar Etanol

#### 1. HIPOTESIS DALAM BENTUK KALIMAT

Ho : tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara waktu sakarifikasi dan fermentasi simultan 3 hari , 4 hari, 5 hari , 6 hari dan 7 hari,

Ha : terdapat perbedaan yang signifikan antara waktu sakarifikasi dan fermentasi simultan 3 hari , 4 hari, 5 hari , 6 hari dan 7 hari,

#### HIPOTESIS DALAM BENTUK STATISTIK

Ho :  $A_1=A_2=A_3=A_4=A_5$

Ha :  $A_1 \neq A_2 \neq A_3 \neq A_4 \neq A_5$

#### 2. JUMLAH KUADRAT ANTAR GROUP

$$JK_A = \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$$

$$JK_A = \left( \frac{(12,28)^2}{3} + \frac{(14,92)^2}{3} + \frac{(16,21)^2}{3} + \frac{(23,61)^2}{3} + \frac{(16,54)^2}{3} \right) - \frac{(83,58)^2}{15}$$

$$JK_A = \left( \frac{(50,33)}{3} + \frac{(74,29)}{3} + \frac{(87,64)}{3} + \frac{(185,10)}{3} + \frac{(91,20)}{3} \right) - \frac{6986,11}{15}$$

$$JK_A = 498,27 - 465,74$$

$$JK_A = 23,53$$

#### 3. JUMLAH KUADRAT RATA – RATA ANTAR GROUP



$$JKR_A = \frac{JK_A}{db_A}$$

$$JKR_A = \frac{23,53}{A - 1}$$

$$JKR_A = \frac{23,53}{5 - 1}$$

$$JKR_A = \frac{23,53}{4}$$

$$JKR_A = 5,88$$

#### 4. JUMLAH KUADRAT RATA – RATA DALAM GROUP

$$JK_D = \left( \sum X_T \right)^2 - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}}$$

$$JK_D = 50,36 + 74,46 + 87,78 + 188,10 + 91,29$$

$$- \left( \frac{(12,28)^2}{3} + \frac{(14,92)^2}{3} + \frac{(16,21)^2}{3} + \frac{(23,61)^2}{3} + \frac{(16,54)^2}{3} \right)$$

$$JK_D = 492,01 - \left( \frac{(150,99)}{3} + \frac{(222,87)}{3} + \frac{(262,92)}{3} + \frac{(557,43)}{3} + \frac{(273,60)}{3} \right)$$

$$JK_D = 492,01 - 489,27$$

$$JK_D = 2,73$$

#### 5. JUMLAH KUADRAT RATA – RATA DALAM GROUP

$$JKR_D = \frac{JK_D}{db_D}$$

$$JKR_D = \frac{2,73}{N - A}$$

$$JKR_D = \frac{2,73}{15 - 5}$$

$$JKR_D = \frac{2,73}{10}$$

$$JKR_D = 0,273$$

## 6. F HITUNG

$$F \text{ hitung} = \frac{JKR_A}{JKR_D}$$

$$F \text{ hitung} = \frac{5,88}{0,273}$$

$$F \text{ hitung} = 21,52$$

## 7. F TABEL (taraf signifikansi 0,05)

$$F_{\text{tabel}} = F(1-\alpha)(dbA, dbD)$$

$$F_{\text{tabel}} = F(1-0,05)(4,10)$$

$$F_{\text{tabel}} = F(0,95)(4,10)$$

$$F_{\text{tabel}} = 3,84$$

## 8. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan table distribusi F dengan taraf signifikansi 0,05 diperoleh hasil sebagai berikut:

$$F \text{ hitung} \geq F \text{ table}$$

$$21,52 \geq 3,84$$

Maka  $H_0$  ditolak, dan  $H_a$  diterima, Sehingga dapat dikatakan terdapat perbedaan yang signifikan antara waktu sakarifikasi dan fermentasi simultan 3 hari , 4 hari, 5 hari , 6 hari dan 7 hari

## Uji Statistik Anova One Way Pengaruh Waktu terhadap Kadar Etanol

### 1. HIPOTESIS DALAM BENTUK KALIMAT

Ho : tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar *saccharomyces cerevisiae* pada proses sakarifikasi dan fermentasi simultan 1 % , 5 % , 10 % , 15 % dan 20 % ,

Ha : terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar *saccharomyces cerevisiae* pada proses sakarifikasi dan fermentasi simultan 1 % , 5 % , 10 % , 15 % dan 20 % ,

### HIPOTESIS DALAM BENTUK STATISTIK

Ho :  $A_1=A_2=A_3=A_4=A_5$

Ha :  $A_1 \neq A_2 \neq A_3 \neq A_4 \neq A_5$

### 2. JUMLAH KUADRAT ANTAR GROUP

$$JK_A = \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$$

$$JK_A = \left( \frac{(12,04)^2}{3} + \frac{(12,86)^2}{3} + \frac{(13,66)^2}{3} + \frac{(14,55)^2}{3} + \frac{(15,76)^2}{3} \right) - \frac{(68,86)^2}{15}$$

$$JK_A = \left( \frac{(145,01)}{3} + \frac{(165,25)}{3} + \frac{(186,68)}{3} + \frac{(211,56)}{3} + \frac{(248,35)}{3} \right) - \frac{4742,25}{15}$$

$$JK_A = 318,95 - 316,15$$

$$JK_A = 2,80$$

### 3. JUMLAH KUADRAT RATA – RATA ANTAR GROUP

$$JKR_A = \frac{JK_A}{db_A}$$

$$JKR_A = \frac{2,80}{A - 1}$$

$$JKR_A = \frac{2,80}{5 - 1}$$

$$JKR_A = \frac{2,80}{4}$$

$$JKR_A = 0,70$$

### 4. JUMLAH KUADRAT RATA – RATA DALAM GROUP

$$JK_D = \left( \sum X_T \right)^2 - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}}$$

$$JK_D = 48,34 + 55,10 + 62,24 + 70,55 + 82,78$$

$$- \left( \frac{(12,204)^2}{3} + \frac{(12,86)^2}{3} + \frac{(13,66)^2}{3} + \frac{(14,55)^2}{3} + \frac{(15,76)^2}{3} \right)$$

$$JK_D = 319,01 - \left( \frac{(145,01)^2}{3} + \frac{(165,25)^2}{3} + \frac{(186,6)^2}{3} + \frac{(211,56)^2}{3} + \frac{(248,35)^2}{3} \right)$$

$$JK_D = 319,01 - 318,95$$

$$JK_D = 0,07$$

### 5. JUMLAH KUADRAT RATA – RATA DALAM GROUP

$$JKR_D = \frac{JK_D}{db_D}$$

$$JKR_D = \frac{0,07}{N - A}$$

$$JKR_D = \frac{0,07}{15 - 5}$$

$$JKR_D = \frac{0,07}{10}$$

$$JKR_D = 0,0066$$

## 6. F HITUNG

$$F \text{ hitung} = \frac{JKR_A}{JKR_D}$$

$$F \text{ hitung} = \frac{0,70}{0,00663}$$

$$F \text{ hitung} = 105,63$$

## 7. F TABEL (taraf signifikansi 0,05)

$$F_{\text{tabel}} = F(1-\alpha)(dbA, dbD)$$

$$F_{\text{tabel}} = F(1 - 0,05)(4,10)$$

$$F_{\text{tabel}} = F(0,95)(4,10)$$

$$F_{\text{tabel}} = 3,84$$

## 8. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan table distribusi F dengan taraf signifikansi 0,05 diperoleh hasil sebagai berikut:

$$F \text{ hitung} \geq F \text{ table}$$

$$105,63 \geq 3,84$$

Maka  $H_0$  ditolak, dan  $H_a$  diterima, Sehingga dapat dikatakan terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar *saccharomyces cerevisiae* pada proses sakarifikasi dan fermentasi simultan 1 %, 5 %, 10 %, 15 % dan 20 %,

## Lampiran 10 : Dokumentasi Penelitian



**Serabut Kelapa**



**Serabut sebelum delignifikasi**



**Delignifikasi awal**



**Delignifikasi akhir**



**Pencucian Hasil Delignifikasi**



**Pengeringan Hasil Delignifikasi**



**Hasil Delignifikasi**



**Proses Autoclave Media**



**Proses Inokulasi Jamur**



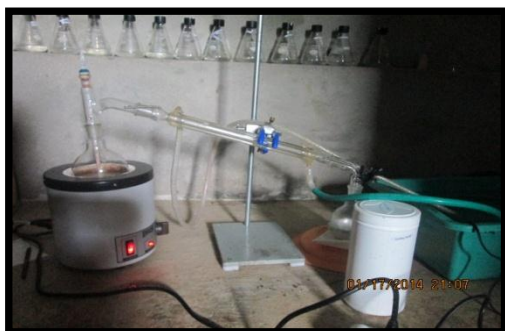
**Proses Sakarifikasi dan Fermentasi**



**Hasil Pengamatan saat fermentasi**



**Hasil fermentasi**



**Proses Destilasi**



**Hasil Destilasi**



**Pengukuran Berat Jenis**



**Pengukuran PH Sampel**



## Lampiran 11 : Daftar Riwayat Hidup

### RIWAYAT HIDUP

#### I. Identitas Diri

1	Nama	Feki Desfran Zely
2	Jenis Kelamin	Laki-Laki
3	NPM	A1F010022
4	Tempat, Tanggal Lahir	Bengkulu, 02 Januari 1992
5	Alamat	Jl, Amalia 4 Dusun Besar Kota Bengkulu
6	Nomor HP	085758367851
7	E-Mail	<a href="mailto:Feki_desfranz@ymail.com">Feki_desfranz@ymail.com</a>
8	Alamat asal (Orang tua)	Jl, Amalia 4 Dusun Besar Kota Bengkulu

#### II. Riwayat Pendidikan

NO	Jenjang Pendidikan	Spesialisasi	Tahun Lulus	Tempat
1	SD	-	2004	SDN 73 Kota Bengkulu
2	SMP	-	2007	SMPN 06 Kota Bengkulu
3	SMA	IPA	2010	SMAN 04 Kota Bengkulu
4	Perguruan Tinggi	Pendidikan Kimia	2014	Universitas Bengkulu